



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 30825 B1** (51) Cl. internationale : **C02F 11/14; B01D 21/01; C02F 1/56; B03D 3/06**
- (43) Date de publication : **02.11.2009**

-
- (21) N° Dépôt : **30802**
- (22) Date de Dépôt : **01.04.2008**
- (71) Demandeur(s) : **LODOS SECOS, S.L, C/ARROYO SALOBRE, NAVE 41-42, POLIGONO INDUSTRIAL VALTORON 28150 VALDETORRES DEL JARAMA MADRID (ES)**
- (72) Inventeur(s) : **SERRANO GIL, Luis**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

-
- (54) Titre : **PROCEDE DE TRAITEMENT DES BOUES**
- (57) Abrégé : MÉTHODE DE TRAITEMENT DES BOUES GÉNÉRÉES PAR LE LAVAGE DE MATÉRIAU MINÉRAL GRANULAIRE ET L'UTILISATION DE CETTE PROCÉDURE D'OPTIMISATION ET UN SYSTÈME DE TRAITEMENT ET DE GESTION DES BOUES. CETTE PROCÉDURE SE FAIT EN AJOUTANT UNE BOUE LIQUIDE ET FLOCCULANT DÉCANTEUR PRIMAIRE DANS UN DÉCANTEUR, L'OBTENTION D'UNE BOUE SECONDAIRE, AJOUTANT QUE LE LIQUIDE FLOCCULANT SUR LES BOUES, LA FLOCCULATION DES BOUES SECONDAIRES DU SECONDAIRE, LA DÉCANTATION ET L'OBTENTION D'UNE BOUE TERTIAIRE ET SÉPARER LES BOUES ET TERTIAIRE DE L'EAU.

02 NOV 2009

ABRÉGÉ

Procédé de traitement de boues générées par le lessivage de matières minérales granulaires, où les flocculants sont du type polyacrylamide ou poly(oxyde d'éthylène), qui comprend les étapes d'ajout du flocculant liquide sur

5 une boue primaire et décantation postérieure pour obtenir une boue secondaire, d'ajout sur une boue secondaire, de floculation de la boue secondaire, de

décantation pour obtenir une boue tertiaire, de séparation de la boue tertiaire, où l'eau utilisée dans le processus provient de l'humidité éliminée dans la boue

10 primaire qui atteint entre 80 et 95% de la totalité de l'eau utilisée dans le processus, le flocculant employé dans la première phase du processus est dans une concentration entre 0,1 et 0,8 gr/l.

PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DES BOUES**DESCRIPTION****DOMAINE DE L'INVENTION**

5 La présente invention porte sur un procédé de traitement des boues générées par le lessivage de matières minérales granulaires et sur l'utilisation de ce procédé comme système d'optimisation du traitement et de la gestion des boues.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

10 Actuellement le processus de lessivage de la matière première pour la production de granulats et de métaux entraîne la production de boues, de composition majoritairement argileuse, qui sont stockées dans des bassins construits sur le terrain jusqu'à ce qu'elles perdent l'eau par évaporation, dans la plupart des cas, et par d'autres moyens mécaniques, acquérant ainsi la consistance nécessaire pour permettre au terrain de recouvrer son utilisation d'origine.

15 Le temps de séchage est très long, pouvant atteindre dix années à compter du moment où les boues ont été déposées ["Paste and thickened tailings – A Guide"]. Australian Centre for Geomechanics, The University of Western Australia, 2002].

20 Les problèmes que posent les bassins de stockage sont multiples, étant donné qu'ils affectent la surface du terrain, le processus de récupération-restauration de ce dernier est très étalé dans le temps, les bassins peuvent présenter des problèmes de stabilité et supposent un risque élevé pour les personnes, les animaux et, dans certains cas, pour les lits fluviaux ou les zones d'une importance particulière du point de vue environnemental, aussi les autorités
25 compétentes sont-elles très exigeantes au moment où il convient de présenter des avais et de souscrire des assurances dont les primes sont très élevées.

La présente invention prétend remédier à tous les inconvénients mentionnés dans les lignes qui précèdent et permet d'optimiser les systèmes de traitement des boues [ESP0525314: "Método de depuración de aserrados de piedras".
30 US6726845: "Dextran starch and flocculant combination for improving red mud clarification". JP2004008903: "Inorganic mud transmutation, flocculation and purification treating agent". IE823086L: "Flocculating red mud from alumina manufacture"] puisqu'on revendique un procédé qui prétend être une alternative très utile à la gestion des bassins et des boues dans l'industrie minière à la différence
35 des brevets qui revendiquent des systèmes d'épuration des eaux résiduelles ou de

polluants d'origine organique, puisque l'objet du procédé d'épuration est différent [ES2166565T3: "Tratamiento de lodos de aguas residuales o lodos similares". EP0283153B1: "Meted of treating wastewater sludge"].

Le document ES220365 décrit un procédé pour l'épaississement de
5 suspensions aqueuses minérales dont les caractéristiques principales résident dans le fait qu'il utilise comme flocculant un mélange consistant en une partie en poids de flocculant polymérique cationique et de 2 à 99 parties en poids de flocculant polymérique anionique plus de l'eau, la concentration totale du polymère étant de 5%. La suspension aqueuse doit posséder un contenu en solides de 5-125 gr/l. Ce
10 procédé est continu, les solides du flux inférieur et du flux supérieur sont continuellement retirés de l'épaississeur, et l'on ajoute aussi continuellement de la solution aqueuse fraîche. De plus, le mélange est soumis à un cisaillement à l'aide d'un mécanisme standard de pales inclinées.

Le document US 3680698 décrit un procédé pour le traitement des boues et
15 des résidus solides. Comme flocculant il utilise un liquide plus un coagulant polyélectrolyte soluble, et consiste à ajouter par agitation la masse coagulante liquide, faire sédimenter les liquides flocculés par agitation lente et séparer le liquide décanté des solides partiellement compactés. Le liquide réactif est ajouté à la suspension par une agitation rapide et énergique. Les solides passent par un
20 moyen filtrant poreux (filtre à sable) avec lequel ensuite ils deviennent compacts par contact et agitation lente. Le réservoir possède un fond de sable et des plaques de drainage. De plus, les solides sont centrifugés pour un compactage plus important.

Le document US 4251363 traite de mélanges d'agents flocculants polymériques anioniques pour la sédimentation de boues de phosphate, en utilisant
25 comme agent flocculant, en premier lieu, un copolymère d'acide acrylique et d'acrylamide avec un poids moléculaire de 200000 et un pourcentage en poids de groupes acides ou de sels solubles de 70%, et en second lieu, un copolymère d'acide acrylique et d'acrylamide avec un poids moléculaire de 4000000 et un pourcentage en poids de groupes acides ou de sels solubles de 35%. La quantité
30 totale de flocculant du premier et du second copolymère oscille entre 6-10 parties par million des boues. Le rapport entre copolymère est de 1,67:1. Ils sont mélangés à l'aide d'agitateurs à palettes.

Par comparaison avec les documents ES 220365, US 3680698, US 4251363 la présente invention n'est pas un processus continu, comme dans ES
35 220365, car on ajoute le même flocculant en deux phases (dans US 4251363 on

ajoute le même flocculant mais d'un poids moléculaire distinct dans chacune des phases), et la décantation se produit dans un réservoir décanteur (qui n'a pas lieu dans les documents cités), on obtient ainsi une boue secondaire sur laquelle on ajoute à nouveau du flocculant, qui dans ce cas est de préférence de type
5 polyacrylamide ou poly(oxyde d'éthylène). En outre, on ne soumet pas le mélange à un cisaillement (ES 220365), et on n'utilise pas non plus de filtre à sable ni de plaques de drainage (US 3680698), ni d'agitateurs complexes à palettes (US 4251363), mais on utilise de simples agitateurs, mélangeurs ou doseurs.

Dans les trois documents précédents, on ajoute le flocculant pour que par
10 agitation se produise la décantation, avec un seul flocculant à ajouter, sauf pour US 4251363, où l'on ajoute deux flocculants d'un poids moléculaire distinct en deux étapes, mais à la différence de la présente invention, il n'est pas décanté dans un réservoir décanteur avant le second ajout.

Le grand avantage et la grande différence par rapport à ces documents,
15 c'est l'élimination de l'humidité de la boue primaire entre 80 et 95% par rapport au total de l'eau, qui peut être employée dans le processus de lessivage, avec l'économie qui en résulte en ce qui concerne la consommation de cette ressource.

DESCRIPTION

La présente invention propose un procédé pour le traitement des boues
20 générées par le lessivage de matières minérales granulaires qui, par comparaison avec les procédés actuels de la technique antérieure, est plus efficace, réduit le travail des opérateurs et l'espace nécessaires, et peut être mieux contrôlé.

Le procédé qui est revendiqué dans la présente invention consiste en un processus de traitement des boues innovant par lequel on obtient la séparation des
25 phases liquide-solide sans employer de moyens mécaniques compliqués et coûteux comme le sont les filtres-presses, [ES2089859: Filtre-presse avec éléments pour faire le vide et varier la température dans la chambre de filtration, pour sécher le gâteau de filtration (par ex. dans le séchage de boues). ES 2080694: Méthode pour le traitement de purification des eaux résiduelles. ES 2013153: Processus pour
30 l'extraction de l'eau des boues provenant de la fabrication de terrazzos et de produits apparentés avec filtre-presse et réservoir décanteur], les filtres à bandes [ES 2019419: procédé pour assécher les gâteaux de filtration et dispositif pour mettre en œuvre ce procédé] ou les épaisseurs [ES 2027428: procédé et installation pour la purification d'eaux résiduelles. ES 219541: Équipement
35 épaisseur- déshydrateur de vases provenant de stations d'épuration des eaux

résiduelles].

Le procédé de traitement pour obtenir des boues sèches qui est revendiqué dans la présente invention repose sur l'utilisation de flocculants et de moyens mécaniques simples comme le sont les agitateurs, les mélangeurs et les doseurs
5 qui permettent l'agrégation des particules d'argile en créant des flocules denses (2,8-3,0 gr/cm³) qui se déposent par gravité et permettent une séparation instantanée des phases liquide-solide, en raison de la différence de densités de la phase liquide, 1 gr/cm³ et de la phase solide 2,6 gr/cm³.

Les avantages que présente ce procédé sont très importants et concernent
10 principalement l'environnement, l'économie des ressources (eau, électricité, sol, etc.) et la sécurité des personnes, des animaux et du milieu naturel.

L'un des principaux avantages tient au fait qu'en obtenant des "boues sèches", c'est-à-dire des boues flocculées de haute densité, la récupération de l'eau est instantanée parvenant à atteindre des volumes maximaux allant jusqu'à 80-95%
15 de l'eau utilisée, qui est incorporée au cycle de lessivage, par conséquent la consommation de cette ressource est très basse. De 1 000 cm³ de boue, on récupère 800 cm³ d'eau et on obtient 200 cm³ d'argiles avec une concentration de 600 g/l.

Cette récupération d'eau importante fait que la boue obtenue ou "boue sèche", c'est-à-dire, boue flocculée de haute densité, avec un degré d'humidité aux alentours de 30-35%, peut être gérée avec des machines conventionnelles de chargement et de transport, rend les bassins de stockage inutiles, n'affecte en aucune manière le terrain, élimine les risques pour les personnes, les animaux et les lits fluviaux, et sans qu'il soit nécessaire de présenter des avals et de contracter
25 des assurances, d'où une économie sur les primes.

Enfin, les "boues sèches" peuvent être utilisées dans l'agriculture et la fertilisation des sols, et en fonction de leur composition minéralogique, c'est-à-dire du type d'argile majoritaire, elles peuvent avoir des usages industriels comme la fabrication de céramique, de papier, de peintures, etc.

30 Le procédé revendiqué dans la présente invention consiste essentiellement en la séparation de phases liquide-solide, pour obtenir un liquide sans solides et un liquide essentiellement composé de solides de façon concentrée, c'est-à-dire, des boues générées par le lessivage de matières minérales granulaires, comme peuvent l'être la silice (graviers et sables), le charbon, les carbonates, etc.

35 Le procédé revendiqué dans la présente invention comprend les étapes

suivantes:

a) Action sur la boue générée par le lessivage des matières (que nous appellerons "boue primaire") avec l'ajout de floculant liquide, la décantation se produisant alors dans un réservoir spécifique appelé décanteur. Au cours de cette première décantation, on parvient à la séparation de phases liquide-solide, en obtenant de l'eau propre et des boues à haute teneur en humidité qui actuellement sont stockées dans des bassins sur le terrain.

b) Action sur cette boue à haute teneur en humidité (appelée "boue secondaire") au moyen d'un autre traitement mécanico-chimique et de l'ajout de floculant liquide, obtenant ainsi une agrégation des particules d'argile qui donne lieu à des flocules de grande densité qui décantent avec une grande rapidité, une séparation de phases se produisant presque instantanément.

Ces caractéristiques de texture et de teneur en humidité permettent la manipulation de la "boue sèche" avec des machines conventionnelles de chargement et de transport, de cette manière on élimine les bassins de stockage et la récupération d'eau est importante.

EXEMPLES DE RÉALISATION

Les expériences qui sont présentées ci-après sont décrites en tant que support pour des aspects particuliers de la présente invention et en aucun cas pour limiter la portée de cette dernière.

Dans le présent exemple, on illustre le procédé de la façon suivante:

En premier lieu, on part d'une boue avec une concentration initiale de 50 g/l qui est pompée depuis l'installation de lessivage du minerai.

En second lieu, on prépare une solution initiale de floculant avec une concentration approximative entre 0,1 et 0,8 gr/l qui est homogénéisée au moyen d'agitateurs de fond et de surface et on l'ajoute à la boue de départ dans une proportion de 30 l de mélange par m³ de boue, et l'on parvient à une boue avec une concentration de 300 gr/l, qui est déposée dans un clarificateur.

En dernier lieu, on prépare une autre solution de floculant avec une concentration de 1-6 gr/l qui est homogénéisée à l'aide d'agitateurs de fond et de surface et on l'ajoute à la boue concentrée dans une proportion de 25 l de mélange par m³ de boue, et l'on parvient à de la boue sèche avec une concentration de 600 gr/l.

Actuellement, les méthodes de séparation de phases liquide-solide pour obtenir des "boues sèches", sont généralement toutes mécaniques comme les

filtres-presses, les épaisseurs ou par centrifugation, et se caractérisent par leur complexité et leur coût élevé. Le procédé d'obtention de "boues sèches" que nous présentons dans la présente invention réduit substantiellement le coût, ainsi que la complexité des machines des systèmes mentionnés précédemment.

5 Les boues générées lors du lessivage de granulats ont essentiellement une composition argileuse alors que les boues générées dans des processus de flottation de minerais sont constituées de particules rocheuses finement broyées. Si les boues générées dans le processus de lessivage de granulats et les boues
10 générées dans le processus de flottation (alors qu'on a préalablement séparé les particules d'une taille supérieure à l'argile de ces derniers) sont correctement traitées avec l'utilisation de flocculants de type polyacrylamide ou poly(oxyde d'éthylène) on parvient à ce que les argiles s'agrègent en formant des flocules denses qui se déposent par gravité et permettent une séparation rapide des phases solide-liquide.

15 Ce processus de traitement des boues suppose une grande avancée dans la résolution du problème qui se pose actuellement dans l'industrie minière.

Le procédé présenté dans la présente invention consiste en un processus de traitement des boues par floculation qui permet d'obtenir des boues de haute densité et à faible teneur en humidité si bien que le temps d'attente pour leur
20 manipulation se limite aux 24 heures qui suivent le moment où elles ont été produites.

Les résultats obtenus après l'application du procédé mentionné précédemment sont les suivants:

- 25 - Une phase solide (boues sèches) constituée d'argile à faible teneur en humidité, qui permet sa manipulation aisée dans un délai de 24 heures.
- Une phase liquide (eau), qui en raison de la rapidité du processus de décantation permet qu'il y ait une récupération instantanée jusqu'à 90% de l'eau utilisée si bien qu'elle est immédiatement incorporée au cycle de lessivage ou affectée à d'autres usages, sans qu'il y ait surexploitation des
30 aquifères. Si bien que d'une consommation de 100% on passe à une consommation de 10%.

Ces résultats impliquent de grandes améliorations dans la gestion des bassins et des boues dans l'industrie minière, telles que:

- 35 - Élimination de bassins de stockage grâce à quoi le terrain n'est pas affecté (on évite les longues périodes de séchage) et on réduit considérablement

- l'impact visuel.
- Élimination des risques pour les personnes et les animaux, ainsi il n'est pas nécessaire de placer une clôture sur le périmètre des bassins.
 - Gestion adéquate d'une ressource rare dans la nature comme c'est le cas pour l'eau étant donné que la consommation de cette dernière est minimale puisqu'on récupère 90% de celle qui est utilisée dans le cycle de lessivage.
 - Les propriétés de consistance et d'humidité permettent que la boue sèche soit facilement incorporée aux travaux de restauration conjointement avec la terre végétale par intervalles qui n'excèdent pas une journée, en obtenant de plus la fertilisation du sol et l'incorporation au cycle agricole l'année suivante.
 - Les bassins n'étant pas créés, la présentation d'avales et d'assurances n'est pas nécessaire conformément à la législation en vigueur, d'où une économie sur les primes.
 - Éventuel usage industriel en fonction de la composition de la boue et de la quantité produite.
 - Ce processus de traitement des boues innovant et unique n'a rien à voir avec ceux qu'on trouve actuellement sur le marché qui reposent sur des installations mécaniques caractérisées par leur coût élevé et la nécessité d'un entretien minutieux
- 20 L'objet de la présente invention est un procédé de traitement des boues générées par le lessivage de matières minérales granulaires, où les flocculants utilisés sont de préférence du type polyacrylamide ou poly(oxyde d'éthylène), comprenant les étapes suivantes:
- a) Ajout de flocculant liquide sur une boue primaire et décantation dans un réservoir décanteur, avec obtention d'une boue secondaire.
 - b) Ajout de flocculant liquide sur la boue secondaire.
 - c) Flocculation de la boue secondaire.
 - d) Décantation et obtention d'une boue tertiaire.
 - e) Séparation de la boue tertiaire et de l'eau.
- 30 Selon un premier aspect important, l'eau utilisée dans le processus de lessivage provient de l'humidité éliminée de la boue primaire, qui atteint entre 80% et 95% par rapport à la totalité de l'eau employée dans ledit processus, et qui est récupérée instantanément dans la phase e) du procédé.
- Selon un autre aspect important, le flocculant employé dans l'étape a) est
35 ajouté dans une concentration entre 0,1 et 0,8 gr/l et est ajouté de préférence dans

une concentration de 0,5 gr/l.

Selon un autre aspect important, le flocculant employé dans l'étape b) est ajouté dans une concentration entre 1 et 6 gr/l et est ajouté de préférence dans une concentration de 3,5-4 gr/l.

- 5 Un dernier aspect important de la présente invention est l'utilisation du procédé objet de la présente invention comme système d'optimisation du traitement et de la gestion des boues.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement de boues générées par le lessivage de matières minérales granulaires, où les floculants utilisés sont de préférence du type polyacrylamide ou poly(oxyde d'éthylène), comprenant les étapes suivantes:
- 5
- a) Ajout de floculant liquide sur une boue primaire et décantation dans un réservoir décanteur, avec obtention d'une boue secondaire
 - b) Ajout de floculant liquide sur la boue secondaire
 - c) Floculation de la boue secondaire
 - 10 d) Décantation et obtention d'une boue tertiaire
 - e) Séparation de la boue tertiaire et de l'eau,
- et **caractérisé parce** que l'eau utilisée dans le processus de lessivage provient de l'humidité éliminée de la boue primaire, qui atteint entre 80% et 95% par rapport à la totalité de l'eau employée dans ledit processus, et qui est récupérée instantanément
- 15 dans la phase e) du procédé.
2. Procédé de traitement de boues générées par le lessivage de matières granulaires selon la revendication 1, **caractérisé parce que** le floculant employé dans l'étape a) est ajouté dans une concentration entre 0,1 et 0,8 gr/l.
- 20
3. Procédé de traitement de boues générées par le lessivage de matières minérales granulaires selon la revendication 2, **caractérisé parce que** le floculant est ajouté de préférence dans une concentration de 0,5 gr/l.
- 25
4. Procédé de traitement de boues générées par le lessivage de matières minérales granulaires selon la revendication 1, **caractérisé parce que** le floculant employé dans l'étape b) est ajouté dans une concentration entre 1 et 6 gr/l.
- 30
5. Procédé de traitement de boues générées par le lessivage de matières minérales granulaires selon la revendication 4, **caractérisé parce que** le floculant est ajouté de préférence dans une concentration de 3,5-4 gr/l.